

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 04176121  
PUBLICATION DATE : 23-06-92

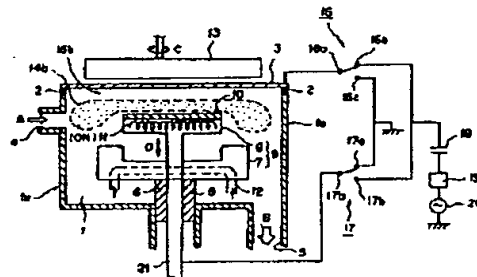
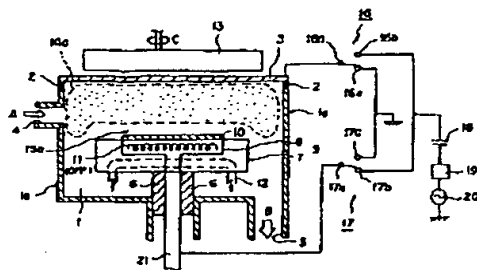
APPLICATION DATE : 08-11-90  
APPLICATION NUMBER : 02301173

APPLICANT : SONY CORP;

INVENTOR : YANAGIDA TOSHIHARU;

INT.CL. : H01L 21/302

TITLE : DRY ETCHING DEVICE



**ABSTRACT :** **PURPOSE:** To obtain the title device having both excellent through put and low-damage property, which does not have an increase in size even when low temperature etching is applied by a method wherein a wafer-placing electrode is composed of a fixed electrode, having a built-in cooling means, and a movable electrode with a built-in heating means with which a wafer can be raised to the direction of the upper electrode.

**CONSTITUTION:** In the dry etching device with which a treatment is conducted on the wafer 10 provided on a wafer placing electrode 9 using the plasma 14 grown by applying a high frequency from a high frequency power source 20 between the wafer placing electrode 9 arranged in a treatment chamber 1 and the upper electrode 3 to be arranged opposing to the wafer placing electrode 9, the wafer placing electrode 9 is composed of a fixed electrode 7, in which a cooling means 12 is built-in, and a movable electrode 8, having a built-in heating means 11, with which the wafer 10 can be moved upward in the direction of the upper electrode 3. The high frequency power source 20 is formed in such a manner that it can be selectively connected to either of the wafer placing electrode 9 and the upper electrode 3. As a result, a device with which a plurality kinds of treatments can be conducted in a single treatment chamber can be obtained.

**COPYRIGHT:** (C)1992,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平4-176121

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)6月23日

H 01 L 21/302

C

7353-4M

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 10 頁)

⑭ 発明の名称 ドライエッチング装置

⑯ 特 願 平2-301173

⑰ 出 願 平2(1990)11月8日

⑱ 発 明 者 柳 田 敏 治 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

⑲ 出 願 人 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号

⑳ 代 理 人 弁理士 小 池 晃 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

ドライエッチング装置

2. 特許請求の範囲

処理室内に配設されたウェハ載置電極と該ウェハ載置電極に対向配設される上部電極との間に高周波電極から高周波電界を印加することにより生成されるプラズマを用いて該ウェハ載置電極上に設置されたウェハに対する処理を行うドライエッチング装置において、

前記ウェハ載置電極は、冷却手段を内蔵する固定電極と、加熱手段を内蔵し前記ウェハを前記上部電極の方向へ上昇させることが可能な可動電極とから構成され、

前記高周波電極は切り換え手段により前記ウェハ載置電極と前記上部電極のいずれか一方へ選択的に接続可能となされていることを特徴とするドライエッチング装置。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明はドライエッチング装置に関し、特に1台の装置の単一の処理室内で複数種類の処理に対応でき、信頼性、経済性、生産性等の向上を図ることが可能なドライエッチング装置に関する。

〔発明の概要〕

本発明は、マグネトロンR I E (反応性イオン・エッチング) 装置等のドライエッチング装置において、ウェハ載置電極を冷却手段内蔵の固定電極と加熱手段内蔵の可動電極との2重構造とし、該可動電極の昇降によりウェハと上部電極との間の距離を可変とし、かつ高周波電極(以下、RF電極と称する。)を切り換え手段を介して上部電極とウェハ載置電極のいずれか一方へ選択的に接続可能な構成とし、該装置をアノード・カップリング型としてもカソード・カップリング型としても使用可能とすることにより、通常のエッチングもしくは低圧エッチングによる等方性加工および

異方性加工、エッチング・ダメージを除去するためのプラズマ後処理（ライトエッチ）、低温エッチング後における結露防止のためのウェハ加熱等を1台の装置のしかも単一の処理室内で実現し、信頼性、経費性、生産性等の向上を図るものである。

#### （従来の技術）

近年のVLSI、ULSI等にみられるように高度に微細化されたデザイン・ルールを有する半導体装置の製造分野においては、二次元方向の微細化はもちろん、極めて浅い接合や極めて薄い膜形成といった三次元方向の微細化が進行しており、低温かつ低損傷の微細加工技術が必須とされている。また、デバイスの集積度の向上に伴ってデバイス・チップの面積が拡大しウェハが大口径化しているため、ウェハ面内における加工の均一性も重要な要件となっている。このため、ドライエッチング装置の主流は従来のパッチ式から枚葉式に移行しようとしており、これと同時に従来と同等

の生産性を確保するためにエッチング速度の大幅な向上が求められている。

枚葉式のドライエッチング装置としては、マグネトロンRIE装置やECR（電子サイクロトロン共鳴）放電を利用する有磁場マイクロ波プラズマ・エッチング装置が主流となりつつある。それは、これらのエッチング装置が磁場の作用により比較的低ガス圧でも高密度のプラズマを形成でき、枚葉式であっても高いエッチング速度を実現できるからである。しかしその一方で、高密度のプラズマにより、単結晶シリコン基板内における結晶欠陥の発生、酸化膜内における固定電荷や中性トラップの発生等の種々のダメージが顕在化してきている。

また半導体装置の製造分野では、パターンの微細化によるプロセスの複雑化に伴って、生産性の低下、パーティクル汚染の増大、装置の大型化等も問題となっている。たとえば、層間絶縁膜に開孔されるコンタクト・ホールやビア・ホール等の接続孔のアスペクト比は、半導体装置の三次元方

- 3 -

向の微細化に限度があることから年々増大する傾向にあり、その微細加工に関する研究が各所で進められている。しかし、仮に高アスペクト比の接続孔が優れた異方性形状をもって形成されたとしても、この接続孔を良好なステップ・カバレッジをもって配線材料で埋めることができなければ実用的なプロセスとは言えない。

そこで、この埋め込みを容易とするために、接続孔の開口端付近を等方性加工によりテーパー状に形成し、残る深き部分を異方性加工により垂直壁となるように形成し、接続孔の底部のエッチング・ダメージ層を後処理により除去するという3段階プロセスを採用することが検討されている。従来かかる3段階プロセスを実施するためには、等方性加工を行うためのアノード・カップリング型プラズマ・エッチング装置、異方性加工を行うためのカソード・カップリング型RIE装置、および後処理を行うためのケミカル・ドライエッチング装置もしくは湿式洗浄装置の3台もの装置が必要である。しかしこれは、装置間のウェハ搬送

- 4 -

による生産性の低下、その間に発生するパーティクル汚染、クリーン・ルーム内で3台分の装置が占めるクリーン・ゾーンの維持費の増大等の犠牲を払った上で初めて成り立っている。

これらの問題を解決するために、本発明者は先に特願平2-105733号明細書において、ウェハ載置電極が昇降可能とされ、RF電界を印加するRF電源が上部電極かウェハ載置電極のいずれか一方へ選択的に接続可能とされ、さらに偏性の反転した2系統の磁界印加手段によりウェハ表面における磁界強度をゼロとし得るドライエッチング装置を提案している。この装置において、まずウェハ載置電極の昇降を行えば、ウェハをプラズマ密度の高い領域に近づけたり、またはそこから遠ざけたりすることが可能となる。また、RF電源の接続切り換えを行えば、ウェハへ照射されるイオンのエネルギーを制御することができる。さらにウェハ表面における磁界強度をゼロとすることにより、ウェハをプラズマ中の荷電粒子の衝突から回避させることができる。したがって、これら3

点の工夫を組み合わせるにより、プラズマ照射によるダメージの発生を防止することができ、また1台の装置でエッチングとダメージ層の除去(ライトエッチ)とを連続して行うことも可能とされている。

一方、被エッチング・ウェハの低温化により高選択比と低ダメージ性を目指すアプローチもなされている。これは、近年改めて注目を集めているいわゆる低温ドライエッチング技術であり、ウェハ載置電極を有機溶媒や液体窒素等の冷媒を用いて0℃以下に冷却しながらエッチングを行うものである。この技術によれば、ラジカル反応が凍結されるので、低イオン・エネルギーおよび低ダメージにて異方性加工が達成される。しかも、異方性加工を達成するために堆積性ガスが必要とされるプロセスでは、蒸気圧の低い反応生成物が効率良く堆積するために堆積性ガスの添加量を低減することができ、パーティクル汚染が回避できるというメリットも生ずる。

ただし、この低温エッチングの実用化にあたっ

ては、未だ解決すべき問題も多い。

そのひとつに、温度安定化の所要時間の長さがある。すなわち、常温で保存されているウェハを搬送して冷却された試料台上に載置しても、該ウェハが所要の温度まで冷却されるには相当の時間を要する。また、処理後に搬出して大気開放する際には、結露を防止する意味で予めウェハを常温に戻すが必要になるが、自然放置による昇温ではやはり相当の時間を要する。これらの冷却・昇温に要する時間は、実際にはウェハの処理時間以上に長くなることも十分に考えられ、スループットの低下が重大な問題になる虞れがある。

そこで、従来、かかる問題を解決するための技術が検討されており、たとえば特開昭64-21926号公報には、基板カセットと冷却台を収容した冷却容器、および基板カセットと加熱台を収容した加熱容器とが真空室にそれぞれ接続されてなる低温ドライエッチング装置が開示されている。この装置によれば、基板は冷却容器内の冷却台上で予備冷却された後に真空室へ搬送され、該真空室に

て所定の処理を施され、しかる後に加熱容器へ搬送されて加熱台上で加熱されるので、スループットが向上する。

(発明が解決しようとする課題)

しかしながら、今後のなお一層の高集積化、高密度化の通行に伴い、従来では軽微と考えられる程度のエッチング・ダメージでもその悪影響が顕在化される可能性が高い。たとえば、酸化シリコン等のようにエッチング反応がイオン(CF<sub>4</sub>等)によるスパッタリングを主体として物理的過程により進行する場合には、たとえ低温化によりラジカル反応が抑制されてシリコン下地層に対する選択比が向上されたとしても、上述のような悪影響は免れない。

また、低温エッチングを実施するにあたり、装置についても課題が残されている。すなわち、従来提案されている低温ドライエッチング装置は、その構成が極めて複雑で大規模であり、グレードの高い高価なクリーン・ルーム内への設置は省コ

スト、省スペース等の観点から実用性が高いとは言えないからである。たとえば、上記特開昭64-21926号公報に開示されている低温ドライエッチング装置は、真空室の前後に接続された冷却容器および加熱容器の内部にそれぞれ冷却台および加熱台を収容しており、装置の占有空間が大きい。

そこで本発明は、スループットと低ダメージ性に優れ、かつ低温エッチングに適用される場合にも装置の大型化を招かないドライエッチング装置を提供することを目的とする。

(課題を解決するための手段)

本発明のドライエッチング装置は上述の目的を達成するために提案されるものであり、処理室内に配設されたウェハ載置電極と該ウェハ載置電極に対向配置される上部電極との間にRF電源からRF電界を印加することにより生成されるプラズマを用いて該ウェハ載置電極上に設置されたウェハに対する処理を行う装置であって、前記ウェハ載置電極は、冷却手段を内蔵する固定電極と、加

然手段を内蔵し前記ウェハを前記上部電極の方向へ上昇させることが可能な可動電極とから構成され、前記RF電源は切り換え手段により前記ウェハ載置電極と前記上部電極のいずれか一方へ選択的に接続可能となされていることを特徴とするものである。

#### (作用)

本発明のドライエッチング装置では、まずウェハ載置電極が冷却手段内蔵の固定電極と加熱手段内蔵の可動電極との2重構造とされている。これらの電極のうち、可動電極はウェハを上部電極方向へ上昇させることが可能である。低温エッチング終了後には可動電極を上昇させて加熱手段を作動させれば、固定電極の冷却状態は維持したままでもウェハを加熱して室温域に戻すことができるようになるので、収束式で繰り返し低温エッチングを行うにあってもスループットをそれほど低下させずに済む。また、可動電極の上昇または下降により電極間距離を変化させることができるの

で、後述のRF電源の接続切り換えと連動させることにより、ウェハ、イオン・シース、高密度プラズマ領域の相対位置関係を変化させることができ、等方性加工、異方性加工、およびライトエッチに適した環境が効果的に作り出される。

なお、従来のドライエッチング装置には、ロードロック室と処理室との間でウェハを搬送する搬送機構のロード／アンロード動作を円滑化する目的で、ウェハ載置電極からウェハを支持上昇させるピン様の部材が設置されているものがある。しかし、この部材によるウェハの上昇距離は極めて小さいものであり、ウェハとイオン・シースもしくは高密度プラズマ領域の相対位置を変化させるには至らない。まして、上記部材自身を電極として機能せしめ、ウェハを上昇させた状態で所定の処理を行うことを意図するものではない。したがって、本発明中の可動電極と上記部材とは目的も作用も本質的に異なるものである。

本発明のドライエッチングのもうひとつの特徴は、RF電源を切り換え手段を介して上部電極と

- 1 1 -

ウェハ載置電極のいずれか一方へ選択的に接続可能とした点である。

RF電源がウェハ載置電極側へ接続され上部電極が接地された場合にはいわゆるカソード・カップリング型のドライエッチング装置となる。通常はウェハ載置電極の面積より上部電極の面積の方が大きいので、ウェハ載置電極(カソード)には大きな負電位の自己バイアスが誘起され、その近傍には厚いイオン・シースが形成される。この場合のイオン照射エネルギーはプラズマ電位と自己バイアスの和となるので、RF電源のRF周波数がイオンが追従し得る程度に選ばれていれば、この大きなイオン照射エネルギーにより異方性加工を行うことが可能となる。

これとは逆に、RF電源が上部電極側へ接続されウェハ載置電極が接地された場合にはいわゆるアノード・カップリング型のドライエッチング装置となる。このときのイオン・シースは、上部電極の近傍で厚く、ウェハ載置電極の近傍で薄くなり、ウェハへのイオン照射エネルギーはプラズマ

- 1 2 -

電位に等しくなる。したがって、この場合にはウェハに大きなエネルギーにてイオンが照射されることはなく、むしろラジカルを主体とする等方性加工を行う環境が整う。

したがって、本発明の装置において可動電極の昇降、可動電極に内蔵される加熱手段の作動、電極間におけるRF電源の接続切り換えを適宜組み合わせれば、異方性加工、等方性加工、プラズマ後処理、低温エッチング後のウェハ昇温等の処理が1台の装置で、しかも単一の処理室内で実現される。かかるアプローチは、1台の装置をマルチ・チャンバ化するよりもさらに効果的に装置の占有面積の減少、ランニング・コストの低減、およびスループットの向上を推進するものである。

#### (実施例)

以下、本発明の好適な実施例について説明する。

まず、本発明を適用したマグネトロンRIE装置の一構成例について、第1図(A)および第1図(B)を参照しながら説明する。

この装置は、処理室(1)の蓋部を構成する上部電極(3)とウェハ載置電極(9)との間にRF電源(20)からRF電界を印加し、低ガス圧下に維持された上記処理室(1)の内部で放電により生成されるプラズマ(14a),(14b)を用いて上記ウェハ載置電極(9)上に載置されるウェハ(10)に対して所定の処理を行うようになされたものである。

上部電極(3)は処理室(1)の壁の一部を構成する部材であり、側壁部(1a)とは絶縁体(2)により電気的に絶縁されている。処理室(1)には図中矢印A方向からエッチング・ガスを供給するためのガス導入口(4)、および処理に伴って発生する反応生成物やパーティクル等を除去するために系内のガスを図中矢印B方向に排気するための排気口(5)が開口されている。処理室(1)の内部には、前述の上部電極(3)と対向してウェハ(10)を保持するためのウェハ載置電極(9)が配設されている。このウェハ載置電極(9)はさらに、冷媒を流通させるための冷却配管(12)を内蔵し導電性の支柱(21)と共に絶縁体(6)を介して上記処理室(1)内

に固定保持される固定電極(7)と、該固定電極(7)と同軸的に配設されヒーター(11)を内蔵する可動電極(8)とから構成されている。上記可動電極(8)はウェハ(10)が実質的に載置される部材であり、図示されない駆動手段に接続されることにより、第1図(B)の矢印Dで示される方向に昇降可能とされている。また、処理室(1)の外部において上部電極(3)と対向する部位にはマグネット(13)が配設され、処理室(1)内部で生成されるプラズマ(14a),(14b)の密度を均一化させるために、たとえば図中矢印C方向への偏心回転等の運動を行っている。

さらにこのドライエッチング装置では、RF電源(20)の接続が切り換えスイッチ(16),(17)の操作により上部電極(3)とウェハ載置電極(9)との間で切り換え可能とされている。ここで、上記切り換えスイッチ(16)の接点(16a)は上部電極(3)に、また上記切り換えスイッチ(17)の接点(17a)は導電性の支柱(21)を介してウェハ載置電極(9)にそれぞれ接続されている。これら各切り換えス

- 15 -

イッチ(16),(17)において接点(16b),(17b)が選択されれば、直流成分を遮断するためのブロッキング・コンデンサ(18)、および電源側と装置本体側とのインピーダンスを整合させるための整合回路(19)を介して何れかの電極にRF電源(20)が接続される。また、接点(16c),(17c)が選択された場合には何れかの電極が接地される。第1図(A)に示されるようにウェハ載置電極(9)にRF電源(20)が接続され上部電極(3)が接地されれば、いわゆるカソード・カップリング型の装置となり、逆に第1図(B)に示されるようにウェハ載置電極(9)が接地され上部電極(3)にRF電源(20)が接続されればいわゆるアノード・カップリング型の装置となる。したがって、単一の処理室(1)内において、プラズマ(14a),(14b)やイオン・シース(15a),(15b)の形成領域、およびウェハ(10)へのイオン照射エネルギーを変化させることが可能とされている。

以上が、本発明のドライエッチング装置の構成の概略である。この装置を実際のプロセスに適用

- 16 -

する際には、上記ヒーター(11)のオン/オフ(ON/OFF)、可動電極(8)の昇降、RF電源(20)の接続切り換えの3動作が互いに関連して行われるので、以下に本装置を使用した実験例について説明する。

#### 実験例1

本実験例では、本発明のドライエッチング装置を使用してシリコン基板上の酸化シリコン層間絶縁膜の低圧エッチングを行った後、プラズマ後処理を行った。

まず、上述のドライエッチング装置を第1図(A)に示される状態にセットした。すなわち、固定電極(7)と可動電極(8)は冷却配管(12)中を流通する冷媒により同時に効率的に冷却されるよう接触一体化させ、可動電極(8)に内蔵されるヒーターはオフ(OFF)状態とした。さらに、切り換えスイッチ(16)の操作によりウェハ載置電極(9)には該ウェハ載置電極(9)と電気的に接続される支柱(21)を介してRF電源(20)を接続し、上

部電極(3)は切り換えスイッチ(17)の操作により接地して、カソード・カップリング状態とした。ここで、シリコン基板上に酸化シリコン層間絶縁膜および所定の形状を有するレジスト・パターンが順次形成されたウェハ(10)を上述の装置のウェハ載置電極(9)にセットし、外部に設置されるチラー(図示せず。)から供給されるエタノール冷媒を冷却配管(12)内に流通させることにより該ウェハ載置電極(9)を約 $-50^{\circ}\text{C}$ に冷却した。

この状態で、 $\text{C}_2\text{F}_4$ 流量 50 SCCM、 $\text{C}_2\text{H}_2$ 流量 3 SCCM、ガス圧 2 Pa ( $\approx 15$  mTorr)、RF パワー密度  $2.0\text{W}/\text{cm}^2$  ( $\approx 1\text{MHz}$ )、磁場強度 100 Gauss の条件にて上記レジスト・パターンをマスクとする酸化シリコン層間絶縁膜のエッチングを行った。このエッチング・ガス系は、本願出願人が先に特願平 2-75828 号明細書において提案したものであり、炭素数 2 以上の高次フルオロカーボンを使用することにより 1 分子からの  $\text{C}_2\text{F}_4$ ・イオンの生成量を増大させて酸化シリコン材料層のエッチング速度を高めると共に、ハイドロカーボ

ン系のガスを共存させることにより炭素系ポリマーの堆積を促進してシリコン下地に対する選択比の向上を意図したものである。ここでは、ウェハ(10)が低温下に保持されているので、堆積性ガス(ここでは  $\text{C}_2\text{H}_2$ )の流量は少なく設定されている。

かかるエッチング過程では、ウェハ(10)に面して形成されるイオン・シース(15a)から  $\text{C}_2\text{F}_4$  等のイオンが高エネルギーにて入射し、そのスパッタリング作用により、良好な異方形状が高速に達成された。

次に、第 1 図(B)に示されるように、固定電極(7)の冷却状態は維持したまま可動電極(8)を上部電極(3)側に向かって上昇させ、内蔵されるヒーター(11)に通電してオン(ON)状態とした。これに伴って、可動電極(8)上のウェハ(10)の温度は室温付近にまで昇温された。また、切り換えスイッチ(16)の操作により上部電極(3)に RF 電源(20)を接続し、切り換えスイッチ(17)の操作によりウェハ載置電極(9)を接地して、アノード・

- 19 -

カップリング状態とした。この状態で、処理条件を NF、流量 6 SCCM、Ar 流量 65 SCCM、ガス圧 2 Pa ( $\approx 15$  mTorr)、RF パワー密度  $0.5\text{W}/\text{cm}^2$  ( $13.56\text{MHz}$ )、磁場強度 100 Gauss に設定した。

この過程では、上部電極(3)とウェハ載置電極(9)との電極間距離が部分的に狭くなっており、しかも装置がアノード・カップリング型とされていることから、ウェハ(10)の近傍に形成されるイオン・シースは極めて薄く、そのすぐ上は高密度のプラズマ(14b)が存在する領域となっている。つまり、ウェハ(10)の置かれている環境はイオン性よりもプラズマ性が高い。したがって、この場合の処理は高エネルギーの  $\text{Ar}^+$  イオンによるスパッタリングではなく、むしろ  $\text{F}^+$  を主体とする等方的なエッチング(ライトエッチ)となる。これにより、前段階のエッチングでシリコン基板の表面部に形成されたダメージ層が新たにダメージを惹起させることなく除去された。また、この間にウェハ(10)の昇温も同時に行われているので、

- 20 -

ライトエッチ後のウェハ(10)を大気開放する前に結露防止を目的として行われる昇温の所要時間が短縮された。しかもウェハ載置電極(9)の体積の多くの部分を占める固定電極(7)は冷却下に保持されているので、複数のウェハ(10)に対して枚葉処理を行った場合にも加熱・冷却に要する時間が従来よりも大幅に短縮され、スループットの低下を防止することができた。

#### 実験例 2

本実験例では、本発明のドライエッチング装置を使用して層間絶縁膜に開口端付近がテーパ化された接続孔を形成するための低温エッチングを行い、さらにプラズマ後処理を行った。

本実験例において形成すべき接続孔の形状は、たとえば第 2 図(D)に示されるようなものである。すなわち、シリコン基板(30)上に酸化シリコンからなる層間絶縁膜(31)が形成され、該層間絶縁膜(31)に接続孔(32)が開口されており、この接続孔(32)の開口端付近には等方性加工によりテー



パー壁(32a)が形成され、残る深さ部分には異方性加工により垂直壁(32b)が形成されている。

まず、第1図(B)に示されるように、前述のドライエッチング装置の可動電極(8)を上部電極(3)側へ上昇させ、RF電源(20)を上部電極(3)へ接続してアノード・カップリング状態とした。ただし、ここでは上記可動電極(8)に内蔵されるヒーター(11)はオフ(OFF)とし、固定電極(7)と共に-50℃に冷却されるようにした。ここで、第2図(A)に示されるようにシリコン基板(30)上に層間絶縁膜(31)、および開孔部(33a)を有するレジスト・パターン(33)が形成されてなるウェハ(10)を、上記可動電極(8)上にセットした。この状態で、CF<sub>4</sub>流量200 SCCM、O<sub>2</sub>流量50 SCCM、ガス圧150 Pa(≒1.1 Torr)、RFパワー密度2.0 W/cm<sup>2</sup>(13.56 MHz)、磁場強度100 Gaussの条件にて上記レジスト・パターン(33)をマスクとして層間絶縁膜(31)のエッチングを行った。この過程では上記開孔部(33a)内において等方的なエッチング反応が進行し、レジスト・パ

ターン(33)の下にアンダカットが形成された。これが、前述のテーパー壁(32a)となる。

次にCF<sub>4</sub>、およびO<sub>2</sub>の供給を停止し、可動電極(8)を固定電極(7)の位置まで下降させ、RF電源(20)の接続をウェハ載置電極(9)側へ切り換えた。この状態で、CF<sub>4</sub>流量50 SCCM、C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>流量3 SCCM、ガス圧2 Pa(≒15 mTorr)、RFパワー密度2.5 W/cm<sup>2</sup>(13.56 MHz)、磁場強度100 Gaussの条件にてさらに層間絶縁膜(31)のエッチングを行った。この過程では異方的なエッチング反応が進行し、第2図(C)に示されるように、上記テーパー壁(32a)の下方に引き続いて垂直壁(32b)を有する接続孔(32)が形成された。このとき、下地のシリコン基板(30)の表面部に若干のダメージ層(30a)が形成された。

次に、CF<sub>4</sub>、およびC<sub>2</sub>H<sub>2</sub>の供給を停止し、可動電極(8)を再び上部電極(3)側へ上昇させ、固定電極の冷却状態は維持したまま該可動電極(8)に内蔵されるヒーター(11)をオン(ON)状態とし、RF電源(20)の接続を再び上部電極(3)側へ

- 23 -

切り換えた。この状態で、NF<sub>3</sub>流量150 SCCM、O<sub>2</sub>流量50 SCCM、ガス圧150 Pa(≒1.1 Torr)、RFパワー密度1.5 W/cm<sup>2</sup>(13.56 MHz)、磁場強度100 Gaussの条件にてプラズマ後処理(ライトエッチ)を行い、上記ダメージ層(30a)を除去した。このとき、この工程により新たなダメージが惹起されることはなかった。最後に、レジスト・パターン(33)を除去すると、前述の第2図(D)に示される状態の基体が得られた。

#### (発明の効果)

以上の説明からも明らかなように、本発明のドライエッチング装置は1台の装置、しかも単一の処理室で等方性加工、異方性加工、低ダメージのプラズマ後処理に対応でき、かつこれらの処理を連続に行うことができる。このことは、スループットの向上はもちろん、装置間のウェハ搬送が不要となることによるパーティクル汚染の低減、装置台数の低減によるランニング・コストの削減、装置の小型化によるクリーン・ルーム内の省スベ

- 24 -

ース化等を可能とするものである。したがって本発明は、半導体装置の高品質化、高信頼化、低コスト化等を實現するものであり、その産業上の利用価値は極めて大である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図(A)および第1図(B)は本発明を適用したマグネトロンRIE装置の一構成例を示す概略断面図であり、第1図(A)はカソード・カップリング型で低温エッチングを行う場合、第1図(B)はアノード・カップリング型で常温プラズマ後処理を行う場合の使用状態をそれぞれ示す。

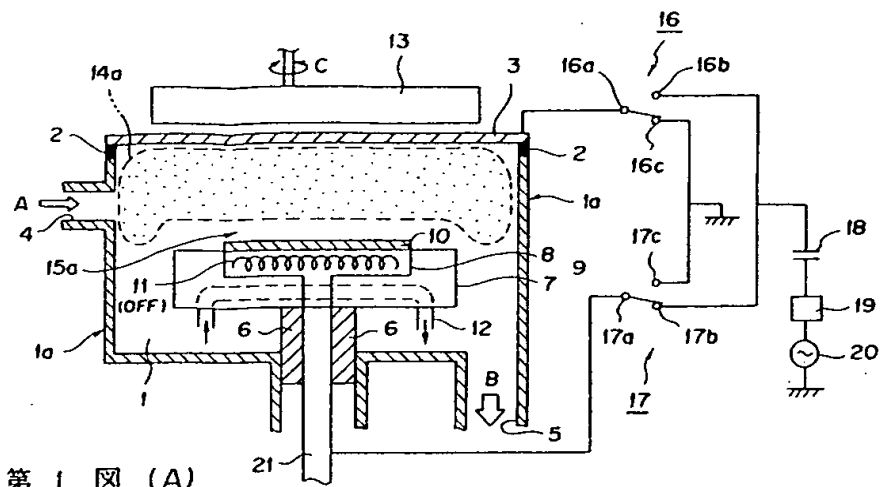
第2図(A)ないし第2図(D)は本発明のドライエッチング装置を使用して層間絶縁膜に接続孔を開孔するプロセスの一例をその工程順にしたがって示す概略断面図であり、第2図(A)はレジスト・パターンの形成工程、第2図(B)は等方性条件によるエッチング工程、第2図(C)は異方性条件によるエッチング工程、第2図(D)はライトエッチおよびレジスト・パターンの除去工

特開平 4-176121(8)

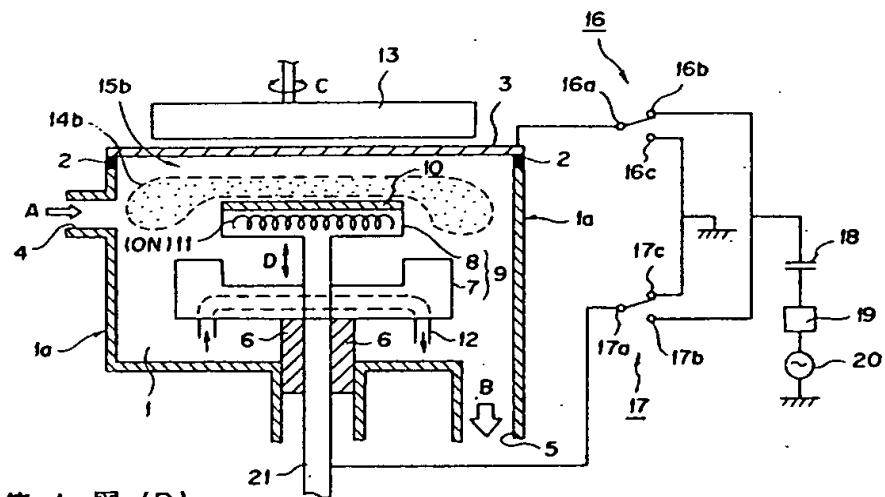
図をそれぞれ表す。

- 1      ... 処理室
- 3      ... 上部電極
- 7      ... 固定電極
- 8      ... 可動電極
- 9      ... ウェハ載置電極
- 10     ... ウェハ
- 11     ... ヒーター
- 12     ... 冷却配管
- 14a, 14b ... プラズマ
- 15a, 15b ... イオン・シース
- 16, 17    ... 切り換えスイッチ
- 20      ... RF電源

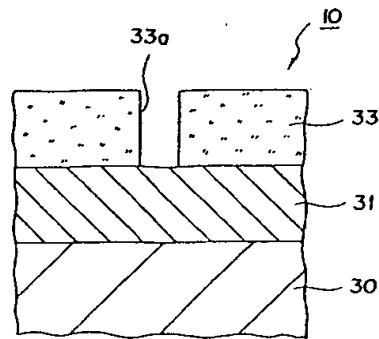
特許出願人	ソニー株式会社
代理人 弁理士	小 池 晃
同	田 村 榮 一
同	佐 藤 勝



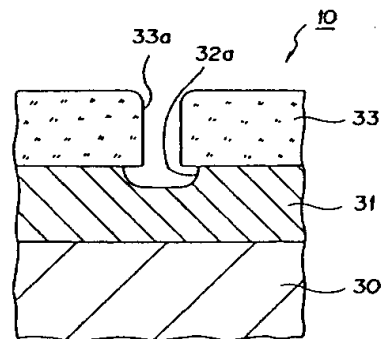
第 1 圖 (A)



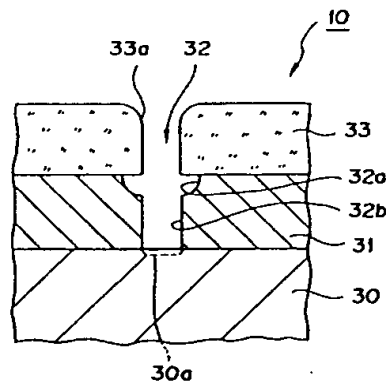
第 1 図 (B)



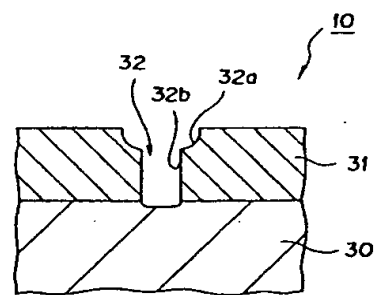
第 2 図 (A)



第 2 図 (B)



第 2 図 (C)



第 2 図 (D)